# Der Einbruch von Salzburg und die Ausdehnung des interglazialen Salzburger Sees

von

**Rudolf Hoernes,**

k. M. k. Akad.

(Mit 1 Textfigur.)

**(Vorgelegt in der Sitzung am 19. November 1908.)**

In seinem Werke »Das Antlitz der Erde« erörtert E. Suess das Fehlen der Flyschzone bei Salzburg als ein Beispiel eines Einbruches im gefalteten Gebirge, vergleichbar der Senkung von Wien und dem Einbruch von Laibach. Den Salzburger Einbruch schildert Suess mit folgenden Worten: »Ein leicht kennbarer Streifen von eocänem petrefaktenreichen Grünsand und Eisenoolith, begleitet von zuweilen riffartig hervortretendem, gleichfalls eocänem Lithothamnienkalk, streicht an dem äußersten Saume des Gebirges von Bayern her gegen Ostnordost, bricht ab und taucht mit gleichem Streichen jenseits der Salzach bei St. Pankraz, am Wartberg bei Mattsee und an anderen Stellen wieder hervor. Innerhalb dieses äußersten Saumes und größtenteils mit demselben ist die Flyschzone ihrer vollen Breite nach gegen Ost bis an die Salzach und gegen Süd bis an die Kalkwände des Untersberges zur Tiefe hinabgesunken. Es fehlt daher dieser Gegend das waldige Vorgebirge, welches sonst das landschaftliche Mittelglied zwischen dem grünen Flachlande und den schroffen Abstürzen des Hochgebirges bildet; aber gerade der hierdurch hervortretende ungewohnte Gegensatz bedingt die unvergleichliche Lage der Stadt und den gewaltigen Eindruck, welchen die Höhen des Stauffen und des Untersberges hervorbringen.«[1] Und bezüglich der Senkung von

[1] E. Suess, Antlitz der Erde, I, 1885, p. 176.

Wien bemerkt Suess, daß sie fast ebenso weit nach außen stehe wie jene von Salzburg, aber außer dem Flysch die gesamte Breite der Kalkzone umfasse.

E. Brückner ist aus geographischen Gründen der Suess-schen Erklärung der eigenartigen, vielgepriesenen Schönheit der Lage Salzburgs entgegen getreten. Er sagt in seiner 1886 veröffentlichten Abhandlung »Die Vergletscherung des Salzachgebietes«: »Becken, welche dem Salzburger Becken genau entsprechen, liegen an den Mündungen fast aller großen Alpentäler, so vor allem das Rosenheimer Becken am Inn, um von den großen Becken des Bodensees und des Genfer Sees an den Mündungen des Rhein-, beziehungsweise Rhônetales ganz zu schweigen. Auch westlich des Rosenheimer Beckens setzt, wie bei Salzburg, die Flyschzone aus, um erst östlich vom Inn aufzutauchen, und ähnliche Unterbrechungen derselben existieren an den beckenartig erweiterten Mündungen des Isar- und des Lechtales. Aus allen diesen Tälern legten sich große Gletscher auf das Vorland und darin spricht sich eine enge Beziehung zwischen den Becken und den Gletschern aus.«[1] Nach Erörterung der Wirksamkeit der Eiserosion, die er ebenso wie Penck viel zu hoch einschätzt, erklärt Brückner das Salzburger Becken einfach als das Ende des vom Gletscher vertieften Tales. Lage und Form des Beckens gäben eine schöne Bestätigung seines glazialen Ursprunges. Er meint ferner:[2] »Man könnte als Einwand gegen diese unsere Erklärungen entgegenhalten, daß die Zentraldepressionen des Isar- und des Loisachgletschers, der Würmsee und der Ammersee, weit draußen im Alpenvorland liegen. Allein nichtsdestoweniger liegen sie dort, wo die Gletschermassen sich auszudehnen und zu verflachen begannen, da weiter talaufwärts ihre Nachbarn eine freie Entfaltung unmöglich machten.«

Wie wir aber sehen werden, lassen sich zugunsten der Annahme eines Einbruches unter dem seinerzeit vom alten Salzachgletscher ausgestalteten Salzburger Becken noch ungleich gewichtigere Gründe geltend machen. Sie sind teilweise

---

[1] E. Brückner, Die Vergletscherung des Salzachgebietes. Geographische Abhandlungen, herausgegeben von Prof. Dr. A. Penck, I, 1, p. 118.

[2] A. o. a. O., p. 121.

schon durch E. Fugger und F. Wähner vorgebracht worden, gegen deren Darstellungen A. Penck in dem Werke »Die Alpen im Eiszeitalter« eine eingehende Polemik für nötig hält, um Brückner's Auffassung zu verteidigen. Er führt diese Verteidigung bei Erörterung des alten Salzachgletschers in einem eigenen Abschnitt, welcher den Titel führt: »Über den angeblichen tektonischen Ursprung des Salzburger Beckens«.[1] Gegen die Ansicht von Suess, »daß die Flyschzone ihrer vollen Breite nach gegen Ost bis an die Salzach und gegen Süd bis an die Kalkwände des Untersberges hinabgesunken ist«, bemerkt Penck: »Soll diese Argumentation, der sich Fugger angeschlossen hat,[2] nicht das Becken durch die Annahme von Verwerfungen, diese aber lediglich durch das Becken erweisen, so müssen letztere noch durch anderweitige Gründe gestützt werden. Suess selbst deutet solche an. Er erwähnt, daß die Flyschzone rechts der Salzach weiter gegen Norden gerückt ist als links vom Flusse und führt dies auf Verschiebungen im Sinne von Blattflächen zurück. Bei der großen Breite des Beckens können wir aber auch das Hinaustreten der Flyschzone auf der linken Talseite durch Annahme unbedeutender Unregelmäßigkeiten im Streichen der an der Beckensohle liegenden Schichten erklären, wie sie allenthalben in den Kalkalpen und in der Flyschzone vorkommen, müssen also nicht zur Annahme eines Blattes greifen.‹ Wirft man aber einen Blick auf die von A. Bittner und E. Fugger bearbeiteten Blätter 9 und 18 (Südwestgruppe) der geologischen Spezialkarte Österreichs, so erkennt man schon aus dem geologischen Kartenbild das Vorhandensein gewaltiger Südsüdost—Nordnordwest gerichteter, dem Laufe der Salzach von Golling bis Laufen entsprechender Querstörungen, auf die wir unten noch eingehender zurückkommen werden.

Penck wendet sich dann gegen F. Wähner,[3] welcher in seinen geologischen Bildern von der Salzach 1894 für die

---

1 Die Alpen im Eiszeitalter, 2 (1902), p. 164 bis 165.

2 E. Fugger, Das Salzburger Vorland, p. 412.

3 F. Wähner, Geologische Bilder von der Salzach, zur physischen Geschichte eines Alpenflusses. Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, XXXIV. Jahrg. (1894), p. 504 und 528.

Annahme eines Einbruches in der Gegend von Salzburg eingetreten ist und mit Recht betont hat, daß nicht nur die Flyschzone, sondern auch ein großer Teil der Kalkzone von diesem Einbruch betroffen wurde. Wähner sagt: »Die Niederung von Salzburg muß als ein Senkungsfeld aufgefaßt werden. Große Schollen des Gebirges, das einst über den großen Raum verbreitet war, den heute die Niederung einnimmt, sind hier zur Tiefe gesunken und jetzt von den jüngeren Bildungen bedeckt, welche die Einsenkung erfüllen. Nur einzelne Teile sind stehen geblieben oder vielmehr nicht so tief wie die übrigen Schollen gesunken und ragen nun als Felshügel aus den jungen Anschwemmungen der Ebene heraus.« Mit Recht macht Wähner den Festungsberg zur Linken und den Imberg (Kapuzinerberg) zur Rechten der Salzach als Beispiele solcher inselartiger Überreste namhaft, mit Unrecht aber betrachtet er die Konglomeratmassen, aus welchen der Mönchsberg und Rainberg bei Salzburg und der Hellbrunner Hügel bestehen, als älteste fluviatile Ablagerungen der Niederungen, setzt ihr Alter an die Grenze von Kreide- und Tertiärzeit und sagt von diesen Vorkommnissen: »Die erwähnten Hügel sind wie die anderen Inselberge ringsum von senkrechten oder doch sehr steilen Wänden begrenzt und vielfach von Bruchflächen (offenen Spalten, kleinen Verwerfungen) durchsetzt. Die Konglomeratmassen, welche früher die Fortsetzung jener Hügel gebildet haben, sind ebenso zur Tiefe gesunken wie die älteren Gesteine. Die ‚Mönchsbergkonglomerate‘, wie wir diese alten verfestigten Schotter nennen können, bilden mächtige Bänke, welche niemals horizontal liegen, sondern stets ziemlich stark geneigt sind. Sie fallen am Mönchsberg, am Rainberg, am Hellbrunner Hügel stets gegen Westen, ganz wie die Triasgesteine des Mönchs- und Imberges, eine Lagerung, welche mit jener des östlichen Randgebirges der Niederung übereinstimmt.« Hierzu wäre lediglich zu bemerken, daß seither das quartäre Alter des Mönchsbergkonglomerates und seine Natur als Deltabildung, welche beide schon von früheren Autoren erkannt worden waren, durch Brückner und Penck sicher nachgewiesen wurden. Den genauen Nachweis hierfür sowie die Übersicht der teilweise schon von Brückner angeführten älteren Literatur möge man in Penck's

Erörterung des alten Salzachgletschers nachsehen.[1] Dort wendet sich Penck auch gegen Wähner's Annahme, daß die geneigte Stellung der Konglomeratschichten auf tektonische Ursachen zurückzuführen sei. Bei der Erörterung des »angeblich« tektonischen Ursprunges des Salzburger Beckens bemerkt dann Penck, ohne auf die weiteren Argumente Wähner's, insbesondere auf das von ihm angeführte treppenartige Absitzen von Gebirgsstufen auf der Ostseite des Salzburger Einbruches, auf welches wir noch zurückzukommen haben, einzugehen, daß Wähner seine Annahme des Einbruches durch den Hinweis auf die Steilheit der Wände der Felsaufragungen stütze, und sagt: »Letzteres können wir nur von den künstlich behauenen Wänden der Salzburger Nagelfluh bestätigen, sonst sind die Flanken unserer Hügel nicht außergewöhnlich steil.«[2] Dies gilt aber doch nicht von der Südseite des aus obertriadischen Schichten bestehenden Kapuzinerberges, die einen ziemlich schroffen Abfall aufweist. Penck wendet sich dann gegen Wähner's Behauptung eines hohen Alters des Salzburger Beckens, die in der Tat für das Vorhandensein eines Einbruches weniger beweisend ist, und schließt seine Ausführungen gegen die tektonische Natur des Beckens mit folgenden Worten: »Alle Schichtstörungen der Gegend um Salzburg sind älter als die große Ausgestaltung des dortigen Talsystems; sie dürften bald nach der Miocänepoche zur Ruhe gelangt sein, deren Schichten am Alpenrande nur ganz unbedeutende Störungen aufweisen. Das Salzburger Becken aber ist eingeschnitten in das präglaziale Talsystem, es ist daher viel jünger und kann mit der Aufrichtung des Gebirges nicht in Beziehung gebracht werden. Gleich den anderen Becken an den trichterförmigen Talmündungen im Gebiete eiszeitlicher Gletscher gelegen, ist es in seiner Entstehung zeitlich und räumlich auf die Eiszeit beschränkt; wir können es mit Brückner nur auffassen als das Ende eines vom Gletscher vertieften Tales.«

Hiergegen ist vor allem einzuwenden, daß die von Wähner behauptete Fortsetzung des Salzburger Einbruches in die

---

1 Alpen im Eiszeitalter, p. 161 bis 163.

2 Ebendaselbst, p. 165.

Kalkzone sich leicht und unzweifelhaft feststellen läßt, wenn man eben nicht von vornherein durch die Annahme eines durch Glazialerosion übertieften Tales blind gemacht wird für die Untersuchung der tektonischen Verhältnisse, die bei der Beurteilung der morphologischen Tatsachen doch neben den Oberflächenformen auch berücksichtigt werden sollten.

Die Gefällsbrüche zahlreicher Zuflüsse der Salzach scheinen allerdings sehr für die Übertiefung des Salzachtales durch Glazialerosion zu sprechen. Penck verweist[1] diesbezüglich auf den Weitenaubach, den Tauglbach, den Oberalmbach, den Weißenbach. Es hätte ihn jedoch das Vorhandensein zweier Ausnahmen, die sich mit seinen Ansichten nicht gut vereinen lassen, vorsichtig machen sollen. Penck sagt über dieselben: »Lediglich die obersten Seitentäler, links das Blüntautal, rechts das des Lammerbaches, münden gleichsohlig, aber nach kurzer Entfernung haben beide stattliche Stufen.« Die »kurze Entfernung« beträgt nun bei dem von dem unbedeutenden, nur zeitweilig anschwellenden Torrenerbach durchflossenen Blüntautal über 5, bei dem Tale des Lammerflusses aber über 7 *km*, dazu hat auch der letztere Fluß von seiner Mündung in die Salzach bei Golling bis zu der in den »Lammeröfen« durchsägten Talstufe sich ein wohlausgebildetes Tal mit breitem Boden geschaffen, das nur durch die von dem starken Flusse mitgebrachten massenhaften Geschiebe und die dadurch verursachten Unregelmäßigkeiten den Charakter einer unfertigen Talstrecke erhält. Die morphologischen Verhältnisse des ebenfalls einen breiten Talboden aufweisenden Blüntautales sprechen ebenso wie jene des Lammertales entschieden gegen eine jugendliche Ausbildung seit der Vereisung. Wichtiger sind natürlich die Argumente, welche sich aus dem geologischen Baue der Umgebung des Salzachtales gegen die Ansicht von Brückner und Penck ableiten lassen. Von Hallein bis Golling hat das Salzachtal den Charakter einer Grabensenkung, die von Staffelbrüchen begleitet wird. Auf dem Blatt 18 der Südwestgruppe der österreichischen geologischen Spezialkarte sieht man deutlich, wie bei Hallein und Adnet der geologische Bau

---

[1] Alpen im Eiszeitalter, p. 159 und 160.

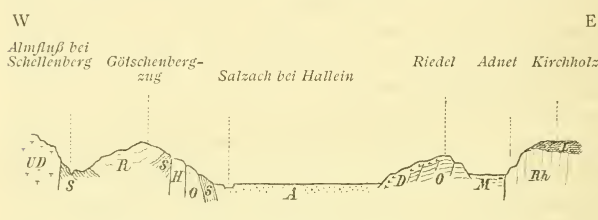
von Längsstörungen beherrscht wird, welche genau mit der Richtung des Tales übereinstimmen. Auf der westlichen Seite des Salzachtales herrschen sehr verwickelte Verhältnisse, welche A. Bittner in seinem Aufnahmsbericht vom Jahre 1882 schildert. So bemerkt er:[1] »Was die Verbreitung des Salzgebietes anbelangt, so wäre als besonders merkwürdig das zungenförmige Ausspitzen desselben in nördlicher Richtung zwischen dem jurassischen Barmstein-Gutratsberger Zuge im Osten und der Kreide des Götschenzuges im Westen zu verzeichnen.« Ferner sagt er von dem Kreidegebiet des Götschenzuges: »Daß gegen das Gebiet des Untersberges eine Bruchlinie durchlaufe, wird längst angenommen. Es dürften aber auch die südwestliche Grenze längs des Tiefenbaches und die östliche Grenze gegen die Salzgebirgszunge von Gutratsberg keine normalen Anlagerungsgrenzen gegenüber dem anstoßenden Salzgebirge sein, denn es finden sich äußerst gestörte Schichtstellungen der Kreide längs dieser beiden, überdies nahezu geradlinigen Grenzregionen.« Da ich die tektonischen Verhältnisse der Gegend von Hallein aus eigener Anschauung nicht näher kenne, muß ich mich bezüglich des Westflügels des nachstehenden Profils über den Salzachgraben in der Gegend von Hallein und Adnet auf Bittner's Karte und seine Ausführungen im Aufnahmsbericht stützen. Ob freilich die von mir angenommenen Lagerungsverhältnisse richtig sind, wäre est durch speziell auf die tektonische Natur der angenommenen Staffelbrüche gerichtete Untersuchungen zu erweisen.

Ungleich besser steht es mit der Ostseite des Salzachtals in der Gegend unseres Profils. F. Wähner sagt in seinen geologischen Bildern von der Salzach, daß in dem zwischen dem Wolfgangsee und dem Salzachtal gelegenen Gebirge die Trias- und Juragesteine der Osterhorngruppe durch eine für alpine Verhältnisse sehr flache Lagerung ausgezeichnet seien. In der Nähe der Salzach aber mache sich allgemein ein schwächeres oder stärker geneigtes Einfallen gegen Westen, gegen das Senkungsfeld geltend, und einzelne Gebirgsstücke

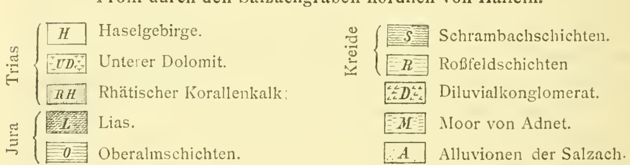
---

[1] Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, Wien 1882, Nr. 13, p. 240.

seien längs nordsüdlichen Verwerfungen, also parallel zum Gebirgsrand, abgesunken, wobei die im Westen des Bruches gelegene Scholle tiefer liege als im Osten: »Das Gebirge bricht somit am Rande gegen die Niederung nicht auf einmal, sondern stufenweise (‚treppenförmig‘) zur Tiefe.« Und in den Anmerkungen zu seinem Vortrag bemerkt **Wähner**: »Derartige Verwerfungen lassen sich z. B. nachweisen östlich von Hallein, wo das zwischen dem Salzachtal und dem alten Seebecken von Adnet gelegene, aus Oberalmschichten bestehende Gebirgsstück gegenüber den bei Adnet in höherem Niveau liegenden




**Profil durch den Salzachgraben nördlich von Hallein.**




rhätischen und Juragesteinen gesunken ist, und weiter nördlich, wo im Westen des Liasvorkommens von St. Jakob die Hornsteine des mittleren Jura in tieferer Lage auftreten.«[1]

Auch an anderer Stelle — im Führer für geologische Exkursionen des Geologenkongresses 1903 — kommt **Wähner** darauf zurück, daß die rhätischen und Liasschichten des Kirchholzes und Guggenberges durch einen abgesunkenen Streifen von oberjurassischen Oberalmschichten vom Salzachtal getrennt sind. Ich kann seine Darstellung aus eigener

---

[1] F. **Wähner**, Geologische Bilder von der Salzach. Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien, XXXIV. Jahrg. (1894), p. 50, und Anmerkung 31 auf p. 69 des S. A.

Anschauung vollkommen bestätigen. Geht man vom Salzachtal über den niederen, als »Riedel« bezeichneten Höhenzug gegen Adnet, so verquert man zuerst die stark von quartären Bildungen, einem der Mönchsberger Nagelfluh höchst ähnlichen Konglomerat, bedeckten Oberalmschichten und gelangt dann zu dem Moorboden, der südwestlich von Adnet die rhätischen und liasischen Bildungen der östlichen Scholle von den abgesunkenen Oberalmschichten der westlichen trennt. Die Oberalmschichten des Riedels sind durch die neue, dem Durchbruch des Almbaches folgende Straße vortrefflich aufgeschlossen. Man sieht nächst den Tunnels, welche zur Anlage der Straße notwendig waren und in den Tunnels selbst mehrfache untergeordnete Verwerfungen, welche wohl mit der Abwärtsbewegung der ganzen gesenkten oberjurassischen Scholle zusammenhängen.

Das Vorhandensein tief reichender Dislokationen in der Begrenzung des bis in die Gegend von Golling eingreifenden Salzburger Einbruches glaube ich auch in dem Auftreten der Schwefelquelle von Golling bestätigt zu finden. Als zweifelhaft möchte ich es hingegen betrachten, ob die Vorkommen von gediegen Schwefel in der Gegend von Hallein und Golling auch auf aus größerer Tiefe aufsteigende Schwefelquellen zurückzuführen sind. Gediegen Schwefel wurde seinerzeit im Salzberg von Hallein (Dürrenberg) angetroffen und in der Nähe von Golling kommt Schwefel in körnigem Gips bei Mooseck vor. Das Mineralogisch-geologische Museum im Mirabellschloß zu Salzburg weist schöne Stufen dieser Vorkommnisse auf. In beiden Fällen handelt es sich um ein Vorkommen in Lagerstätten, die an Sulfaten reich sind, und man dürfte deshalb geneigt sein, hier eher einer Zersetzung derselben durch organische Substanzen die Schwefelbildung zuzuschreiben. Jedenfalls bleibt es fraglich, ob eine Parallele mit den auf Solfatarentätigkeit zurückgeführten Vorkommnissen von gediegen Schwefel im Leithakalk der Ostseite der Wiener Senkung zulässig ist. Die Gollinger Schwefelquelle aber möchte ich ebenso für eine Emanation aus der Tiefe halten, wie E. Suess die Schwefeltherme von Baden bei Wien für eine Solfatare erklärte. Suess hat allerdings auch die Badener Therme früher

einer Zersetzung der im Werfener Schiefer auftretenden Gipse zuschreiben wollen,[1] während er später in einem Briefe an Felix Karrer sie als Solfatare bezeichnete.[2]

Der Vollständigkeit halber habe ich noch zu erwähnen, daß auch C. Diener für das Vorhandensein des zuerst von E. Suess geltend gemachten Einbruches von Salzburg eingetreten ist. Er sagt:[3] »Es ist nicht nur die Flyschzone, sondern auch ein Teil der Kalkzone von der Einsenkung betroffen worden. Die Niederung von Salzburg liegt daher nicht am Alpenrande, sondern in den Alpen selbst auf einem versunkenen Stück der Flyschzone und der angrenzenden Kalkzone.« Und an anderer Stelle[4] bemerkt Diener: »Die Einwendungen, die Brückner (Die Vergletscherung des Salzachgebietes, Penck's Geogr. Abhandl., I, 1886, p. 118) aus geographischen Gründen gegen den tektonischen Charakter der Niederung von Salzburg erhoben hat, sind durch Wähner (Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, Wien 1894, p. 459 bis 530) und E. Fugger widerlegt worden.« Später betont Diener nachdrücklich den Gegensatz zwischen den »kompliziert gebauten Schollen des Roßfeldes, des Halleiner Salzgebirges und des Götschenzuges im Westen der Salzach« gegenüber dem »für nordalpine Verhältnisse ungewöhnlich ruhig gelagerten Gebirge« im Osten: »Die beiden Seiten der Salzach entsprechen daher einander auf dieser Strecke, die man vom topographischen Standpunkt als ein normales Tal ansehen würde, in keiner Weise.«[5]

A. Bittner hat in seinem bereits oben hinsichtlich der angenommenen, dem Salzachtal parallelen Verwerfungen in der Gegend von Hallein angeführten Aufnahmsbericht eingehend der merkwürdigen Lagerungsverhältnisse im Gebiet

---

[1] Bericht der Wasserversorgungskommission der Stadt Wien, 1864, p. 67 bis 69 und 108 bis 112.

[2] Geologie der Kaiser Franz Joseph-Hochquellen-Wasserleitung. Abhandlungen der k. k. Geol. Reichsanstalt, IX (1877), p. 207, 208.

[3] C. Diener, Bau und Bild der Ostalpen und des Karstgebietes, 1903, p. 340 (14).

[4] Bau und Bild der Ostalpen, p. 340 (14) in Note.

[5] A. a. O., p. 378 (52).

der Göllgruppe und des Roßfeldes gedacht. Namentlich machte ihm die Deutung von älteren Gesteinen auf den Höhen des Roßfeldkammes Schwierigkeiten. Eine solche Gesteinspartie, welche petrographisch den Hierlatzschichten und Dachsteinkalken ungemein ähnlich ist, aber im höchsten Gipfel des Roßfeldzuges den nahezu horizontal gelagerten Roßfeldschichten aufgesetzt ist, glaubt er in Anbetracht der großen Nähe, bedeutenden Überhöhung und der Schichtstellung der Göllwände als Reste eines Bergsturzes vom Göll erklären zu dürfen. Das zweite, nördliche Vorkommen von Werfener Schichten und Dolomit auf der Roßfeldalpe hingegen läßt nach Bittner nur zwei Erklärungen zu: entweder der Dolomit liegt einfach über den Roßfeldschichten oder er ist wie ein Eruptivgesteinsstock mitten durch das jüngere Gebirge, ohne dessen Lagerung wesentlich alteriert zu haben, emporgestoßen worden. »Man wird zugeben«, sagt Bittner,[1] »daß ein so beschränktes Vorkommen von Werfener Schiefer und Dolomit inmitten und über einer ausgedehnten, Tausende von Fußen mächtigen, anscheinend völlig konkordant und regelrecht gelagerten und in der Nähe des betreffenden Vorkommens kaum gestörten Decke von jurassischen und kretazischen Bildungen etwas Rätselhaftes an sich hat!«

Dieses »Rätsel« der Tektonik der Salzburger Alpen hat seither durch Anwendung der Deckentheorie seine Lösung gefunden. Émile Haug hat im zweiten Teile seiner Abhandlung über die Überschiebungsdecken in den nördlichen Kalkalpen[2] gerade die Salzburger Alpen zum Gegenstand einer sehr eingehenden Darstellung gemacht und gezeigt, daß die komplizierten Lagerungsverhältnisse, deren Erklärung Bittner so große Schwierigkeiten gemacht hat, zum größten Teile durch Annahme großer Überschiebungen ihre Lösung finden. Der Hauptsache nach möchte ich mich der Auffassung Haug's über die Tektonik der Salzburger Alpen vollkommen anschließen,

---

[1] Verhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt, 1882, Nr. 13, p. 238 und 239.

[2] Émile Haug, Les nappes de charriage des Alpes calcaires septentrionales. Bulletin de la société géologique de France, IV. Sér., T. VI (1906), p. 359. 2e Partie: Les Alpes de Salzbourg, p. 383.

so neu auch für den in älteren Anschauungen Befangenen z. B. die Deutung der gewaltigen Masse des Untersberges als einer wurzellosen Deckscholle sein mag. In Einzelheiten wird das von ihm entworfene Bild vielleicht der Berichtigung bedürfen; es wird sich zeigen, ob in der Tat so viele übereinander geschobene Decken vorhanden sind, als Haug annimmt. An der Hand der von Bittner und Fugger in mustergültiger Weise hergestellten geologischen Karte, welche allerdings nur die Verteilung der Formationen an der Terrainoberfläche, nicht aber die zahlreich vorhandenen Störungen angibt, wird es bei erneuter Begehung des Terrains dem mit der Deckentheorie Vertrauten leicht möglich sein, die von Haug angenommenen Überschiebungen genau zu überprüfen und festzustellen, inwieweit sie auf Tatsachen beruhen. Den Geologen der Wiener Reichsanstalt eröffnet sich hier ein dankbares Feld, auf welchem sie mit relativ großer Leichtigkeit und Sicherheit die Anwendbarkeit der Deckentheorie auf das Gebiet der nördlichen Kalkalpen erproben können. Ohne den Ergebnissen ihrer Untersuchungen vorgreifen zu wollen, möchte ich es wagen, nur in einem Punkte gegen die von Haug geäußerten Ansichten mich auszusprechen.

Haug leugnet die Existenz des Einbruches von Salzburg. Er sagt von der Salzburger Ebene:[1] »Cette grande dépression est interpretée par E. Suess comme une effondrement. C. Diener l'envisage également comme tel. Rien n'indique cependant l'existence de fractures transversales suivant lesquelles cet effondrement aurait eu lieu. Il s'agit probablement d'un simple abaissement d'axe de plis.« Haug's weitere Ausführungen zeigen, daß er sich um die bereits von Wähner nachgewiesenen Querbrüche, auf welchen ein treppenförmiges Absitzen von Gebirgsstreifen zum Salzachgraben stattfand, nicht gekümmert hat. Sein Literaturverzeichnis[2] übergeht auch die wiederholt angezogenen Darstellungen Wähner's, auf welche sich Diener an der von Haug angeführten Stelle in Bau und Bild beruft. Aber auch die Darstellung, welche Max Schlosser von den

[1] A. a. O., p. 418.

[2] A. a. O., p. 384 und 385.

tektonischen Verhältnissen der Gegend von Hallein gegeben hat,[1] lehrt, daß daselbst Verwerfungen eine größere Rolle spielen. Ich möchte diesbezüglich darauf hinweisen, daß Schlosser jene Bruchlinien, welche zum Salzachtal parallel laufen, als Längsbrüche bezeichnet, jene aber, welche diese ersteren unter einem rechten oder einem spitzen Winkel schneiden, Querbrüche nennt.[2] Von den Längsbrüchen bemerkt Schlosser, daß sie keineswegs die nämliche Richtung haben wie im benachbarten Berchtesgadener Lande; es zeige sich vielmehr, daß der Hauptlängsbruch dieses Gebietes, der das Tal der Ramsauer und Berchtesgadener Ache vorgezeichnet habe, sich an der Mündung der Laros in die Ache in mehrere Linien spalte, die sich dann wieder gabeln und im Halleiner Gebiet einen Teil der Querbrüche bilden, deren Zusammenhang mit der großen Ramsaubruchlinie nicht immer deutlich zu beobachten sei. Schlosser unterscheidet im Triasgebiet von Hallein vier Längsbrüche und mehrere Querbrüche. Die ersteren, welche dem Salzachgraben parallel laufen, sind für unsere Auffassung der Tektonik des Gebietes die ungleich wichtigeren, die letzteren, welche lediglich Querabgrenzungen der in vertikalem Sinne bewegten Schollen darstellen, die nebensächlichen.

Ich möchte die Darstellung, welche Bittner und Schlosser von den Brüchen an der westlichen, Wähner von jenen an der östlichen Seite des Salzachgrabens gegeben haben und welche Haug merkwürdigerweise vollkommen ignorierte, darin zusammenfassen, daß zu dem von letzterem nachgewiesenen Deckenbau unseres Gebietes noch ein von mehrfachen staffelförmigen Absinken der angrenzenden Gebirgszonen begleiteter Einbruch hinzutritt, der offenbar viel jüngeren Ursprungs ist als die Überschiebungen, welche den Bau des ganzen Gebirges beherrschen. Die Überschiebungen stellen zugleich, so gewaltig sie sind, lediglich Bewegungen in den oberflächlichen Teilen des Gebirges dar, während

[1] Max Schlosser, Das Triasgebiet von Hallein. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, 50. Bd. (1898), p. 333.

[2] A. a. O., p. 380.

der Einbruch in viel tieferen Regionen der Erdrinde seine erste Veranlassung findet und durch die gesamten Decken hindurchreicht.

Mit den vorstehenden Ausführungen will ich keineswegs in Abrede stellen, daß die Ausgestaltung des Salzachtales in der als »Graben« bezeichneten Strecke von Golling bis zu den aus der Niederung emporragenden Höhen von Salzburg und die Bildung des Zungenbeckens innerhalb des von Brückner und Penck so genau studierten Moränengürtels des alten Salzachgletschers[1] der Glazialerosion zuzuschreiben ist. Aber dem alten Salzachgletscher war durch den Einbruch von Salzburg die Stätte seiner Wirksamkeit vorgezeichnet und wohl auch noch durch Flußerosion vorbereitet worden. Die Wirksamkeit der letzten großen Vereisung beschränkte sich wohl der Hauptsache nach auf die Ausräumung der Auffüllung des alten interglazialen Sees von Salzburg. Über diesen See, in welchem das »Mönchsberger Konglomerat« oder die »Salzburger Nagelfluh« als eine Deltabildung zustande kam, sagt Penck:[2] »Er reichte von Hellbrunn bis nördlich Laufen und an das Ostufer des Waginger Sees, hatte also eine Länge von 30 *km* und eine größte Breite von 10 *km*; seine größte Tiefe überschritt 80 *m*; denn wir finden die Nagelfluh noch auf der Höhe des Mönchsberges (503 *m*) mit ihrer schrägen Schichtung; es lag der Spiegel des Sees also noch höher; zugleich muß diese bei Salzburg unter 420 *m* Höhe herabgereicht haben. Es war ein See von der Länge des Zürichsees und der Breite des Genfer Sees, der sich hier erstreckte«. Ich vermag nicht einzusehen, warum Penck den See nur bis Hellbrunn reichen läßt. Ähnliche Konglomerate, wie sie am Mönchsberg und Rainberg in bezeichnender Zusammensetzung und schräger Lagerung zu beobachten sind, lassen sich ja mit vollkommen übereinstimmenden Eigenschaften noch viel weiter nach Süden zu beiden Seiten des Salzachtales verfolgen. Jene des »Riedel« zwischen Adnet und dem Salzachtal hat Brückner freilich auf seiner Übersichtskarte des vergletscherten Salzachgebietes als

---

[1] Alpen im Eiszeitalter, p. 150 bis 156.

[2] Alpen im Eiszeitalter, p. 163.

»Niederterrassenschotter« ausgeschieden, im Text aber sagt er:[1] »Nördlich des Salzburger Beckens gelang es uns unter den Moränen der inneren Zone eine ausgebreitete Decke des Niederterrassenschotters nachzuweisen. Im Salzburger Becken selbst findet sich auch nicht eine Spur dieses Schotters und es fragt sich, ob nicht vielleicht im Salzburger Becken und im Salzachtal des Gebirges Niederterrassenschotter überhaupt nicht abgelagert wurde«. Brückner hat[2] eine größere Anzahl von Vorkommnissen deltaartig geschichteter Nagelfluh in der weiteren Umgebung von Salzburg erörtert. Sie liegen, abgesehen von dem auf 557 *m* ansteigenden Hügel der Ruine Gruttenstein bei Reichenhall und dem Vorkommen vor Hellbrunn, in welchem das berühmte »Felsentheater« eingehauen ist, insgesamt nördlich der Salzburger Höhen des Mönchsberges und Rainberges. Weder Brückner noch Penck, welch' letzterer ausdrücklich hervorhebt, daß seine Schilderung des alten Salzachgletschers sich fast durchwegs auf eigene Beobachtungen stützt,[3] haben die diluvialen Ablagerungen südlich von Hellbrunn bis zum Austritt der Salzach aus dem Hochgebirge einer genaueren Untersuchung gewürdigt. Sie hätten sonst erkennen müssen, daß z. B. westlich von Golling am Fuße des kleinen Göll eine Diluvialterrasse sich hinzieht, auf der die Kirche St. Nikolaus (485 *m*) liegt. Die Bildungen dieser Terrasse sind in einem großen Steinbruch bei Torren, genau westlich von Golling, vortrefflich aufgeschlossen. Man sieht dort talauswärts fallende, schräg geschichtete Nagelfluhbänke (Deltabildung), welche von flachen, fast horizontal gelagerten, weniger fest verkitteten Sand- und Schotterschichten (fluviatile Ablagerungen) bedeckt werden. Ich zweifle nicht, daß die tieferen Schichten dieses Aufschlusses, welche in ihren Eigentümlichkeiten mit jenen der Salzburger Nagelfluh übereinstimmen, mit dieser das Alter und die Art der Ablagerung gemein haben. Als eine lokale Eigentümlichkeit wäre höchstens das besonders häufige Vorkommen von hohlen Geschieben zu erwähnen.

---

[1] E. Brückner, Vergletscherung des Salzachgebietes, p. 85.

[2] A. a. O., p. 84.

[3] Alpen im Eiszeitalter, p. 165.

Ein Blick auf das Blatt 18 der österreichischen geologischen Spezialkarte lehrt, daß ähnliche Konglomerate in noch etwas größerer Seehöhe auf der rechten Seite des Salzachtales bei Kuchl (St. Georg 525 *m*), dann weiter bei Vigaun auftreten, wo sie den langen Zug des mehrerwähnten, aus Oberalmschichten bestehenden Riedels zwischen Salzachtal und Adnet bedecken, also noch beträchtlich höher ansteigen. Vergegenwärtigen wir uns, daß Brückner die Deltakonglomerate des alten interglazialen Salzburger Sees auch auf dem Hügel der Ruine Gruttenstein bei Reichenhall in 557 *m* nachgewiesen hat, so kommen wir zur Feststellung einer sehr auffallenden Erscheinung. Im Steinbruch von Torren liegt die Grenze zwischen schräg geschichtetem Deltaschotter und horizontal gelagerter fluviatiler Anschwemmung, also annähernd auch der Spiegel des ehemaligen Sees in etwa 480 *m* dermaliger Meereshöhe. Im Mönchsberg aber reicht der Deltaschotter bis 503 *m* heutiger Seehöhe, ohne daß dort seine obere Grenze ersichtlich wäre, so daß — wie Penck mit Recht folgert — der Spiegel des interglazialen Sees noch höher gelegen sein muß. Von dem auf 557 *m* Höhe ansteigenden Hügel der Ruine Gruttenstein sieht Penck dabei ab, weil er »im kleinen Becken von Reichenhall gelegen ist«. Es geht aber doch nicht gut an, für die Umgebung von Reichenhall ein selbständiges, mit dem großen interglazialen See von Salzburg nicht zusammenhängendes Becken anzunehmen. Aber auch wenn wir das Vorkommen von Gruttenstein aus unserer Betrachtung ausschließen, ergibt sich mit Notwendigkeit aus der Höhenlage der oberen Grenze des Deltaschotters im Steinbruch von Torren und der diese Höhe überschreitenden, in welcher noch schräg geneigte Nagelfluhbänke auf der Höhe des Mönchsberges auftreten, die Tatsache, daß seit der Existenz des interglazialen Sees von Salzburg nicht unbedeutende Änderungen in der Höhenlage des einst von diesem See bedeckten Gebietes eingetreten sein müssen, und zwar entweder Hebungen im nördlichen oder Senkungen im südlichen Teil desselben.

Wir müssen also, gestützt auf die Verhältnisse, unter welchen die Deltabildungen des alten Salzburger Sees bei Golling aufgeschlossen sind, annehmen, daß

1. der interglaziale See von Salzburg über Hellbrunn noch rund zwanzig Kilometer weit nach Südsüdost in den schmalen grabenähnlichen Teil des Salzburger Einbruches in das Gebiet der Kalkalpen sich erstreckt hat;

2. seit der Bildung des Sees, welche von Penck in die Riß-Würm-Interglazialzeit verlegt wird, eine nicht unbedeutende Änderung in der relativen Höhenlage des Gebietes eingetreten ist, welche höchstwahrscheinlich nicht durch eine Hebung der äußeren Teile des Gebirges, sondern durch eine Senkung der inneren verursacht wurde.

---